

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

⑩ DE 195 20 299 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
G 01 B 21/00  
G 01 B 21/22

②1 Aktenzeichen: 195 20 299.6  
②2 Anmeldetag: 2. 6. 95  
④3 Offenlegungstag: 5. 12. 96

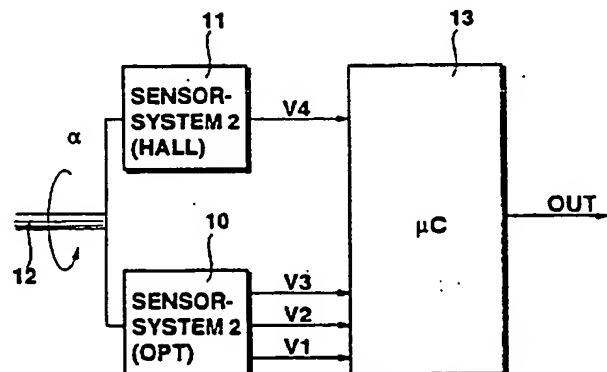
DE 195 20 299 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Abendroth, Manfred, Dr.-Ing., 71672 Marbach, DE

⑤4 Einrichtung zur Lageerkennung

⑤7 Es wird eine Einrichtung zur Lageerkennung angegeben, die zwei getrennte Sensorsysteme umfaßt, die jeweils die zu bestimmende Größe messen. Wesentlich ist, daß die beiden Sensorsysteme nach unterschiedlichen physikalischen Prinzipien arbeiten. Mit Hilfe eines Mikrocontrollers werden die beiden Einzelsysteme so miteinander kombiniert, daß sich die Nachteile der beiden Einzelsysteme herausheben und die Vorteile hervorgehoben werden.



DE 195 20 299 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Lageerkennung nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Es ist bekannt, daß zur Lageerkennung bzw. zur Winkelerkennung, beispielsweise zur Erkennung der Winkelstellung einer Welle in einem Kraftfahrzeug, Sensorsysteme eingesetzt werden, die einen Aufnehmer umfassen, der eine mit der Welle in Verbindung stehende Codescheibe abtastet und ein Ausgangssignal liefert, das Informationen enthält, die es erlauben, die Stellung der Welle zu erkennen.

Solche Sensorsysteme arbeiten nach verschiedenen physikalischen Verfahren, als Beispiele für gängige Sensorprinzipien seien genannt: Hallsensoren, induktive Sensoren auf Wirbelstrombasis, Potentiometer, kapazitive Sensoren sowie magnetoresistive Sensoren. Diese Sensoren arbeiten im allgemeinen zuverlässig und verschleißfrei. In Kraftfahrzeugen werden mit Hilfe solcher Sensoren beispielsweise die Pedalwertposition bei einem elektronischen Gaspedal, die Drosselklappenposition bei einem E-Gas-Steller, die Bremspedalposition bei elektronischen Bremspedalen oder auch die Stellung der Kurbel- oder Nockenwelle ermittelt.

Ein Beispiel für Vorrichtungen oder Verfahren zur Lageerkennung wird in der DE-OS 42 43 778 gegeben. Dabei wird eine Vorrichtung beschrieben, bei der ein Codeträger eine erste Spur mit einer Vielzahl gleichartiger Markierungen aufweist und eine zweite Spur mit unterscheidbaren Markierungen oder gleichen Markierungen mit unterschiedlichem Abstand. Diese Markierungen werden von wenigstens zwei Aufnehmern abgetastet. Der Codeträger sowie die beiden Aufnehmer bilden ein Sensorsystem, dessen Ausgangssignale in einer nachfolgenden Auswerteeinrichtung ausgewertet werden zur Erkennung der Lage des Codeträgers, beispielsweise zur Erkennung einer Winkelstellung. Als Beispiele für die Verwendung einer solchen Vorrichtung wird die Bestimmung des Lenkradwinkels oder der Drosselklappenstellung bei einer Brennkraftmaschine angegeben.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist eine Verbesserung der aus der DE-OS 42 43 778 bekannten Vorrichtung zur Lageerkennung. Gelöst wird die Aufgabe durch die in Anspruch 1 angegebene Einrichtung zur Lageerkennung.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Lageerkennung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß besonders zuverlässige und genaue Messungen durchgeführt werden können, wobei besonders vorteilhaft ist, daß ein redundantes System vorliegt, das im Falle des Ausfalls eines Systemes immer noch ausreichende Informationen liefert. Es ist weiterhin vorteilhaft, daß das beanspruchte System berührungs- und verschleißfrei arbeitet und ohne aufwendige Prüf- und Abgleichvorgänge eingesetzt werden kann, wobei es sich weitgehend selbstständig kalibriert. Weiterhin ist vorteilhaft, daß das angegebene System keinen Temperatureinfluss und keine Drifterscheinungen aufweist.

Erzielt werden diese Vorteile, indem eine Kombination von zwei voneinander unabhängigen Meßsystemen zu einem einzigen System durchgeführt wird, wobei die Kombination so erfolgt, daß die Nachteile der Einzelsy-

steme verschwinden und die Vorteile der Einzelsysteme zur Nutzung gelangen. Es werden dazu zwei Sensorsysteme verwendet, die nach unterschiedlichen physikalischen Prinzipien arbeiten. Verknüpft werden die beiden Sensorsysteme mit Hilfe eines Mikrocontrollers, der an anwendungsspezifische Modifikationen anpaßbar ist.

Weitere Vorteile der Erfindung werden mit Hilfe der in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale erzielt. Dabei ist es besonders vorteilhaft, daß das erste Sensorsystem ein optisches Sensorsystem ist, das mit lichtemittierenden Elementen arbeitet, die über eine Geberscheibe mit lichtdurchlässigen Stellen mit den Aufnehmern zusammenwirken und das zweite Sensorsystem ein Magnet-Hallsystem ist, bei dem ein Hallelement als Aufnehmer mit einem Magneten zusammenwirkt.

In vorteilhafter Weise läßt sich die beanspruchte Einrichtung zur Lageerkennung zur Bestimmung der Pedalwertposition, der Drosselplattenposition, der Bremspedalposition, der Lenkwinkelbestimmung oder in Verbindung mit einer Leuchtweitenregulierung in Kraftfahrzeugen einsetzen, da die dort verlangte zuverlässige Arbeitsweise sichergestellt wird.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei zeigt im einzelnen Fig. 1 das Gesamtsystem in vereinfachter Darstellung, Fig. 2 eine Ausgestaltung des ersten Sensorsystems, Fig. 3 eine ergänzende Darstellung des optischen Systems nach Fig. 2 und Fig. 4 einen Signalverlauf für das Beispiel nach Fig. 3, in Fig. 5 ist ein Signalverlauf für das optische System nach Fig. 2 dargestellt.

Fig. 6 zeigt ein Beispiel eines Magnet-Hallsystems, das das zweite Sensorsystem bildet, in Fig. 7 ist ein Verlauf der Hallspannung über einem Drehwinkel aufgetragen. In Fig. 8 ist die konstruktive Ausführung des Gesamtsystemes dargestellt und Fig. 9 zeigt das Blockschaltbild für ein redundantes Ausführungsbeispiel mit zwei Mikrocontrollern. In Fig. 10 ist eine weitere Ausgestaltung der Sensorsysteme dargestellt.

## Beschreibung

In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Lageerkennung schematisch dargestellt. Dieses Beispiel läßt das Grundprinzip erkennen, das darin besteht, daß zwei in sich vollkommen unterschiedliche Sensorsysteme 10, 11 zu einer gemeinsamen Einrichtung zur Lageerkennung kombiniert werden, wobei die Eigenschaften beider Sensorsysteme derart miteinander verknüpft sind, daß sich die Nachteile der Einzelsensorsysteme nicht bemerkbar machen und die Vorteile der Einzelsensorsysteme zu einem günstigen Gesamtsystem verbunden werden.

Die Sensorsysteme 10, 11 sind so angeordnet, daß sie den Drehwinkel  $\alpha$  einer Welle 12 ermitteln können. Die Sensorsysteme 10, 11 sind über Verbindungen V1, V2, V3, V4 mit dem Mikrocontroller 13 verbunden, der die Ausgangssignale der beiden Sensorsysteme verwertet und ein Ausgangssignal OUT liefert, das den zu ermittelnden Winkel  $\alpha$  wiedergibt.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist selbstverständlich nicht auf die Auswertung eines Drehwinkels  $\alpha$  einer Welle 12 beschränkt, sondern kann genauso in Verbindung mit einer Linearbewegung eingesetzt wer-

den. Dabei können entweder die Aufnehmer der Sensoren fest und die Codescheibe bzw. die Magnete etc. mit den bewegbaren Körper verbunden sein oder umgekehrt.

In Fig. 2 ist ein Beispiel für das erste Sensorsystem angegeben, es handelt sich um ein optisches Sensorsystem, das bereits aus der DE-OS 42 43 778 bekannt ist. Bei diesem System ist eine Codescheibe 14 mit der Welle 12, deren Drehwinkel  $\alpha$  bestimmt werden soll, verbunden. Die Codescheibe weist dabei eine erste Spur 15 auf, mit einer Vielzahl gleichartiger Marken 16, die alle voneinander den identischen Abstand  $d$  aufweisen. Eine zweite Spur 17, die die Referenzspur darstellt, weist gleichartige Marken 18a bis 18i auf, deren Abstand ein ganzzahliges Vielfaches der Strecke  $d_1$  beträgt, wobei dieses ganzzahlige Vielfache von 1 (zwischen den Marken 18a und 18b) bis 8 (zwischen den Marken 18i und 18a) läuft. Dabei ist der Abstand zwischen der Marke 18b und 18c mit  $d_2$  bezeichnet, der Abstand zwischen 18c und 18d ist mit  $d_3$  bezeichnet usw.

Die Codescheibe 14 bildet zusammen mit dem Sensor 19 das Sensorsystem 10. Das Sensorsystem 10 umfaßt dabei ein lichtemittierendes Element, das auf einer Seite der lichtundurchlässigen Codescheibe angeordnet ist, während sich der Sensor 19 auf der anderen Seite befindet und die Marken 16 und 18a bis 18i als lichtdurchlässige Stellen oder Durchbrüche ausgebildet sind.

Der Sensor 19 gibt in Abhängigkeit von der von ihm registrierten Helligkeit, also je nachdem ob zwischen dem lichtemittierenden Element und dem betreffenden Aufnehmer ein Durchbruch oder die lichtundurchlässige Geberscheibe liegt, ein charakteristisches Ausgangssignal ab. Dieses Ausgangssignal wird dem Mikrocontroller 13 zugeführt, der üblicherweise geeignete Zähl- sowie Speichermittel umfaßt und die gemessene Winkelstellung ermittelt.

Der Sensor 19 kann beispielsweise drei lichtempfindliche Elemente aufweisen, beispielsweise Photodioden, wobei die erste und die zweite Photodiode der Spur 15 zugeordnet sind und die Signale A bzw. B liefern. Die dritte Photodiode ist an der Spur 17 zugeordnet und liefert das Signal I. Der sich ergebende Signalverlauf ist in Fig. 4 dargestellt.

Ein solcher Sensor 19, bei dem jedoch sechs Photodioden vorhanden sind, ist bekannt aus einem Firmenprospekt der Firma HP mit der Bezeichnung "Three Channel Optical Incremental Encoder Modules". Dabei handelt es sich um einen Sensor, der intern insgesamt sechs Signale erzeugt, wobei jeweils zwei Signale für A, B und I erhalten werden, die miteinander verglichen werden, so daß letztendlich zur Hell/Dunkelerkennung immer die Differenz zweier Signale A oder zweier Signale B oder zweier Signale I verwendet werden kann, womit eine altersbedingte Empfindlichkeitsveränderung der Photodioden kompensiert wird.

Als Sensor 19 kann auch ein nach einem anderen physikalischen Prinzip arbeitender Sensor eingesetzt werden, der wenigstens zwei Signale A und I abgibt, also für jede Spur 15, 17 ein Signal. Es ist dann erforderlich, die Geberscheibe 14 in geeigneter Weise anzupassen. Bei einem Sensor, der lediglich zwei Signale abgibt, ist eine Auswertung nur dann möglich, wenn keine Änderung im Drehrichtungssinn auftritt. Eine definierte Nullage wird bei dem beschriebenen System mit Hilfe der Referenzmarken 18a bis 18i festgelegt.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die Spur 19 lediglich eine einzige Referenzmarke auf, die zur Festlegung der Nullage dient.

Weiterhin kann als Sensor 19 eine Anordnung eingesetzt werden, wie sie in Fig. 10 skizziert ist. Dabei werden wiederum Signale A, B, I generiert, wobei Magnet-Hall-Schranken 48, 49, 50 in Verbindung mit einem magnetisch leitenden Blendenrad 51 mit einer Anzahl Winkelmarken eingesetzt werden können. Je nach Winkelstellung des Blendenrades ergibt sich die Verteilung des magnetischen Flusses. Die Anordnung entspricht im Prinzip der Anordnung des optischen Systemes nach Fig. 2, wobei die optischen Aufnehmer durch Hall-Schranken 48, 49, 50 zu ersetzen sind.

Die Drehrichtungserkennung erfolgt beim System nach Fig. 10 ebenfalls mit den um einen halben Winkelmarkenabstand versetzten Hall-Schranken bzw. Hall-Sensoren.

Das Sensorsystem 10, also das optische Abtastsystem befindet sich in einem gemeinsamen gabelförmigen Gehäuse, die genaue Anordnung ist beispielsweise Fig. 8 zu entnehmen. Wie in Fig. 3 dargestellt ist, befindet sich eine lichtemittierende Diode 20, die über die Eingänge 1, 4 und den Widerstand 33 mit Spannung versorgt wird, auf der einen Seite und das Empfängerarray auf der anderen Seite der Gabel. Damit nur eine leuchte mittlere Diode 20 als Lichtquelle erforderlich ist, wird deren Licht mit einer entsprechend gestalteten Linse 27 parallelisiert. Die drei Empfängersysteme mit den Photodioden 21 bis 26 sind mit den dazugehörigen Verstärkerschaltungen 28, 29, 30 in einem gemeinsamen Chip 31, der auch den Auswerte- $\mu$ C 32 umfaßt, integriert. An den Ausgängen 2, 3, 5 dieses Chips stehen also drei Impulsfolgen zur Verfügung: Kanal A und B repräsentieren die Impulse, die der Winkeländerung entsprechen, Kanal I liefert den Referenzpunkt bzw. die Nullstellung der Codescheibe 14. Aus den Signalen A und B, die um  $90^\circ$  phasenverschoben sind, kann die Information über die Drehrichtung der Scheibe gewonnen werden.

In Fig. 4 sind die Signale A, B und I als Spannungssignale über einen Winkel  $\alpha$  aufgetragen. Dabei sind einige für die Signalverarbeitung benötigte Strecken mit entsprechenden Bezeichnungen näher gekennzeichnet. Die Fig. 4 ist im übrigen ebenso wie Fig. 2, 3, 4, 5 Bestandteil der DE-OS 42 43 778, die ausführlichere Informationen zum optischen Sensorsystem nach Fig. 2 liefert.

Zusammen mit der Indexmarkierung und der Drehrichtungserkennung bietet die Anordnung nach Fig. 2 alle Voraussetzungen, um einen Drehwinkel  $\alpha$  mit einer bestimmten, durch die Teilung der Codescheibe 14 vorgegebenen Auflösung zu messen. Bei 360 Löchern pro Scheibe und Ausnutzung der Möglichkeit der Impulsvervielfachung läßt sich eine Winkelauflösung im gesamten Drehwinkelbereich der Scheibe von  $0,25^\circ$  erreichen. Diese Auflösung entspricht wegen des Funktionsprinzips auch der Messungsgenauigkeit des Sensorsystems 10, sie ist bereichsunabhängig und gilt über den gesamten Temperaturbereich.

Diese Eigenschaft stellt den wesentlichen Vorteil des Sensorsystems 10 dar. Ein Nachteil dieses Prinzips ist der Umstand, daß es sich um einen Inkrementalgeber handelt, dessen Information nicht sofort bei Einschalten des Sensors gültig ist. Es muß erst die Indexmarke des Sensors durch eine Aktion erreicht werden, bevor das Sensorsignal gültig ist. Mit anderen Worten erst nachdem sich die Scheibe um einen bestimmten Winkel gedreht hat, kann eine Bestimmung der Winkellage dann fortlaufend erfolgen.

Zusammen mit dem zweiten Sensorsystem 11, das

beispielsweise als Magnet-Hallsystem aufgebaut ist, ergibt sich die beanspruchte Einrichtung zur Lageerkennung.

Das als Sensorsystem 11 verwendete Magnet-Hallsystem, das in Fig. 6 dargestellt ist, ist so gestaltet, daß der Hallsensor 34 auf den Drehwinkel  $\alpha$  des Magnetfeldes bzw. der Welle reagiert. Das Magnetfeld wird im Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 durch einen Doppelmagneten 35, 36 gebildet, der seinerseits fest mit der Drehachse der Welle 12 verbunden ist.

Der ortsfeste Hallsensor befindet sich mit seiner aktiven Fläche, also dem aktiven Hallelement 37, senkrecht in diesem Magnetfeld. Das sich mit der Drehachse drehende Magnetfeld bewirkt im Hallsensor über den Winkelbereich von  $360^\circ$  eine sinusförmige Spannungsänderung. Beim Ausführungsbeispiel ist ein Einsatzbereich des Winkelsensors von maximal  $120^\circ$  erforderlich, es läßt sich daher innerhalb der Sinusfunktion ein Bereich finden, der hinreichend genau durch übliche Linearisierungsverfahren für die Winkelmessung benutzt werden kann.

Ein typischer Spannungsverlauf der Ausgangsspannung des Hallelements UH über dem Winkel  $\alpha$  ist in Fig. 7 dargestellt. Durch Nutzung von Hallelementen mit integrierter Vorverstärkung läßt sich ein Ausgangspegel realisieren, der direkt von einem Mikrocontroller verarbeitet werden kann.

Bei einem alleinigen Einsatz eines solchen Magnet-Hall-Sensors würden folgende Nachteile auftreten: Es wäre eine Abhängigkeit des Ausgangssignales von der Magnetfeldstärke vorhanden, verursacht durch den Abstand zwischen Magnet und Hallsensor sowie durch gewisse Materialeigenschaften, durch Abhängigkeit der Ausgangsspannung von den Hallelementeigenschaften, beispielsweise Offset, Temperaturgang, Verstärkungsfaktor, eine Nichtlinearität des Meßverfahrens infolge des sinusförmigen Verlaufes der Signalspannung über dem Drehwinkel  $\alpha$ .

Durch Kombination der Sensorsysteme 10 und 11 lassen sich jedoch die Nachteile der beiden Einzelsysteme 10 und 11 vollständig vermeiden. Es entsteht daher ein Sensorsystem, das den Anforderungen an ein Winkelmeßsystem in nahezu idealer Weise entspricht.

Die Verknüpfung beider Sensorsysteme erfolgt mit Hilfe eines Mikrocontrollers 13 nach Fig. 2. Falls eine echte Redundanz erforderlich sein sollte, läßt sich mit einer später noch genauer beschriebenen Anordnung gemäß Fig. 9 eine Auswertung mittels zweier Mikrocontroller 41, 42 realisieren. Der oder die Mikrocontroller hat oder haben die Aufgabe, die digitalen Ausgangssignale des optischen inkrementalen Sensors 10 zu erfassen und in einen dem Drehwinkel  $\alpha$  entsprechenden Ausgangswert umzuwandeln. Das Spannungssignal des Hall-Magnet-Sensors 11 wird von einem Analog-Digital-Wandler des Mikrocontrollers erfaßt und über einen Algorithmus in einen dem Drehwinkel entsprechenden Ausgangswert umgewandelt.

Das Programm des oder der Mikrocontroller(s) sorgt dafür, daß die Meßwerte der Sensorsysteme 10 und 11 so verknüpft werden, daß in der Gesamtheit der Lösung ein Ausgangssignal entsteht, das insgesamt den Anforderungen an ein präzises Winkelmeßsystem genügt. Der dazu erforderliche Algorithmus besteht aus zwei Teilen, die wie folgt beschrieben werden:

Im Teil 1 des Algorithmus werden die Belange der Fertigung des Sensors mit den dazugehörigen Abgleichschritten beschrieben. In diesem Teil des Algorithmus wird die Kennlinie des Magnet-Hall-Systems mit

Hilfe des optischen inkrementalen Sensors linearisiert. Das optische System dient hierbei als Basis mit ausreichender Genauigkeit, auf der Basis dieser Vergleichswerte wird in einem externen Rechner eine Linearisierungsfunktion oder eine Tabelle erzeugt, die dann dem Mikrocontroller übergeben wird. Mit Hilfe dieser Linearisierungsfunktion oder Tabelle kann für den Magnet-Hall-Sensor eine ausreichende Genauigkeit erreicht werden. Die Korrektur des Temperaturganges des Magnet-Hall-Systems ist möglich, aber für die vorgesehenen Anwendungsfälle nicht erforderlich. Durch die Selbstkalibrierung des Sensorsystems kann erreicht werden, daß das zuvor stark nichtlineare Magnet-Hall-System annähernd die Meßgenauigkeit des optischen Encoders aufweist.

Der Teil 2 des Algorithmus des Mikrocontrollers ist für das eigentliche Messen des Sensors verantwortlich. Es wird dabei davon ausgegangen, daß beim Einschalten des Sensors der optische Encoder seinen Referenzpunkt noch nicht erkannt hat. In diesem Fall ist es nicht möglich, das optische inkrementale System für die Winkelmessung zu benutzen. Der Algorithmus bewirkt, daß in diesem Fall das vom Analog-Digital-Wandler eingelesene Analogsignal des Magnet-Hall-Systems als Meßwert für den Drehwinkel  $\alpha$  ausgegeben wird. Dies ist so lange der Fall, bis sich die Codescheibe in eine solche Position bewegt hat, bei der die Referenzmarke des optisch inkrementalen Systems erkannt wird. Von diesem Augenblick an sorgt der Algorithmus dafür, daß der vom optischen System generierte Winkel, der eine höhere Genauigkeit aufweist, als gemessener Drehwinkel ausgegeben wird.

Aus Sicherheitsgründen werden zusätzlich die Signale des Magnet-Hall-Systems und des optischen inkrementalen Systems laufend miteinander verglichen, so daß Fehlerfälle eindeutig detektiert werden können. Auf diese Weise erhält die Sensoranordnung ein hohes Maß an Eigensicherheit und es ergibt sich die Möglichkeit der Erkennung falsch plausibler Werte.

Fällt eines der Sensorsysteme 10, 11 während des Betriebes aus, kann das intakte Sensorsystem allein die Meßfunktion mit eingeschränkten Parametern übernehmen. Es ist somit eine Redundanz in sicherheitskritischen Systemen möglich.

Durch den Einsatz eines oder zwei Mikrocontrollers im Sensor besteht die Möglichkeit, eine digitale Schnittstelle zwischen dem Sensor und einem nachfolgenden Auswertegerät, z. B. einem Mikrocontroller zu realisieren, beispielsweise eine CAN-, UART-, PWM-Schnittstelle. Es ist dann eine problemlose Anpassung an verschiedenartigste Auswertesysteme möglich.

Eine konstruktive Ausführung der gesamten Einrichtung zur Lageerkennung ist in Fig. 8 skizziert. Sie besteht aus einem Gehäuseunterteil 38, in dem sich eine in einer Buchse 39 drehbar gelagerte Welle 12 befindet, die ihrerseits mit dem Aggregat, also z. B. der Welle verbunden ist, deren Drehwinkel  $\alpha$  gemessen werden soll. Fest mit dieser Welle 12 verbunden ist die Codescheibe 14, die Bestandteil des optisch-inkrementalen Encoders, also des Sensorsystems 10 ist. Die Anzahl der Markierungen der Codescheibe wird durch die geforderte Auflösung des Winkelmeßsystems bestimmt.

Als Beispiel kann eine Scheibe mit 360 Markierungen (Löchern) eingefügt werden, wodurch eine Winkelauflösung von  $0,25^\circ$  erreichbar ist. Die Anzahl der Markierungen kann deutlich höher gewählt werden, wenn dies erforderlich sein sollte. Bei mehr als 1000 Markierungen ist eine Winkelauflösung von  $0,1^\circ$  möglich. Die in der

zweiten Spur angeordneten Indexmarken dienen als Bezugspunkt für das Inkrementalsystem. Bei der Verwendung mehrerer Indexmarken kann das Inkrementalsystem schneller initialisiert werden, außerdem besteht die Möglichkeit, beim Erkennen von Indexmarken, den jeweils ermittelten Meßwert zu überprüfen und zu verifizieren.

Auf dem Gehäuseunterteil 38 befindet sich der zur Codescheibe gehörende Sensor, der die Scheibe gabelförmig umfaßt, wobei sich auf der Oberseite der Gabel die Leuchtdiode mit Linse zur Parallelisierung des Lichtes und auf der Unterseite der Gabel ein Photodiodenarray zur Generierung der zwei um 90° gegeneinander verschobenen Impulsfolgen A und B und zur Erkennung der Indexmarken I befinden.

Fest mit der Welle 12 verbunden ist die Magnetanordnung, die ihrerseits aus zwei Einzelmagneten 35, 36 besteht. Die Einzelmagnete sind gegenpolig gepaart, so daß sich ein typischer Feldverlauf, wie in Fig. 7 dargestellt, ergibt. Die Mittelachse der Magnetanordnung fluchtet mit der Mittelachse der Welle 12.

In einem Abstand a von der Magnetanordnung befindet sich der Hallsensor 34, der mit seiner aktiven Fläche 37 im durch die Magnetanordnung erzeugten Magnetfeld steht. Der Hallsensor selbst besteht aus dem Hallelelement und einem integrierten Vorverstärker, der die Hallspannung so verstärkt, daß die durch die Drehung des Magneten verursachte Hallspannungsänderung in einem Bereich von etwa 1—4 Volt liegt. Diese Spannung kann dann direkt an den Eingang des zum Mikrocontroller 13 gehörenden Analog-Digital-Wandler gelegt werden.

Der Hallsensor selbst befindet sich auf einem Verdrahtungsträger 40, der im Gehäuseunterteil eingesetzt ist. Auf diesem Verdrahtungsträger 40 befindet sich auch der zum System gehörende Mikrocontroller 13 mit allen zu seiner Funktion erforderlichen Komponenten. Diese Komponenten, die in der Zeichnung nicht dargestellt sind, umfassen wenigstens einen Festspannungsregler, einen Quarz zur Erzeugung der Schwingungen, verschiedene Kondensatoren und Widerstände, die nicht abgebildet sind. Ein Deckel 47 verschließt das gesamte System.

Ein Blockschaltbild einer möglichen Schaltung ist in Fig. 9 dargestellt, für eine redundante Lösung mit zwei Mikrocontrollern 41, 42 sowie zwei Analog-Digital-Wandler 43, 44 und zwei CAN-Schnittstellen 45, 46. Die Sensorsysteme 10, 11 sowie die beiden Mikrocontroller 41, 42 sind dabei in geeigneter Weise miteinander verbunden.

Anstelle eines Sensors, der aus einem optischen und einem Magnet-Hall-System besteht, können Einzelsensorsysteme, die nach anderen physikalischen Prinzipien arbeiten, eingesetzt werden. Voraussetzung ist, daß die beiden verwendeten Sensorsysteme nach unterschiedlichen Prinzipien arbeiten. Anstelle des optischen Systems kann beispielsweise ein Magnetsystem eingesetzt werden, bei dem als Scheibe eine ferromagnetische Scheibe verwendet wird, die mit induktiven Aufnehmern abgetastet wird. Als Markierungen können dabei entweder Schlitzte oder Zähne oder Bereiche aus anderem Material verwendet werden.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Erkennung der Lage eines bewegbaren Körpers, mit einem ersten Sensorsystem, das nach einem ersten physikalischen Prinzip arbeitet

und ein von der zu ermittelnden Lage abhängiges Signal abgibt, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Sensorsystem vorhanden ist, das nach einem zweiten physikalischen Prinzip arbeitet und ein von der zu bestimmenden Lage abhängiges Signal abgibt und eine Auswerteinrichtung vorhanden ist, die die Ausgangssignale des ersten und des zweiten Sensorsystems gemeinsam auswertet.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste System einen Codeträger umfaßt, der eine erste Spur mit einer Vielzahl von gleichartigen Markierungen, die im gleichen Abstand voneinander angeordnet sind, umfaßt und eine zweite Spur mit wenigstens einer Referenzmarke aufweist und ein Sensorelement mit wenigstens zwei Aufnehmern, die den einzelnen Spuren zugeordnet sind.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Sensorsystem wenigstens ein Markierungselement aufweist, das mit dem Körper, dessen Lage ermittelt werden soll, in Verbindung steht, mit einem Aufnehmer, der dem Markierungselement zugeordnet ist.

4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß entweder der Codeträger sowie das Markierungselement bewegbar sind und die beiden Sensorsysteme fest sind oder der Codeträger fest ist und die beiden Sensorsysteme bewegbar sind, wobei das bewegbare Teil sich auf dem Körper, dessen Lage ermittelt werden soll, angeordnet ist.

5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Sensorsystem ein optisches Sensorsystem ist und das zweite Sensorsystem nach dem Magnet-Hall-Prinzip arbeitet.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Codeträger lichtundurchlässig ist und die Markierungen als Schlitzte oder Löcher ausgebildet sind, daß das lichtemittierende Element auf einer Seite des Codeträgers angeordnet ist und die Aufnehmer auf der anderen Seite sind.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtemittierende Element eine Leuchtdiode ist und die Aufnehmer Photozellen, wobei jeweils zwei Photozellen zu einem Aufnehmer kombiniert sind.

8. Einrichtung nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Sensorsystem einen Hallsensor mit einem aktiven Hallelelement umfaßt, der wenigstens zwei Magnetelemente abtastet, die mit dem Codeträger in Verbindung stehen.

9. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Codeträger eine Codescheibe ist, die mit einer Welle in Verbindung steht, deren Winkelstellung ( $\alpha$ ) zu ermitteln ist.

10. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei zusammenwirkende Mikrocontroller vorgesehen sind, die mit jedem der beiden Sensorsysteme in Verbindung stehen und ein gemeinsames Ausgangssignal liefern, das der zu messenden Größe entspricht.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Sensorsystem nach einem magnetischen Prinzip arbeitet und

die Codescheibe aus einem Material mit vorgebbaren magnetischen Eigenschaften gefertigt ist und die Marken als Bereiche mit anderen magnetischen Eigenschaften ausgebildet sind und als Sensorelemente Induktivsensoren eingesetzt werden.

5

12. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung entweder einen Mikrocontroller umfaßt, der beide Sensorsysteme auswertet oder wenigstens zwei Mikrocontroller, die beide Sensorsysteme auswerten und untereinander in Verbindung stehen.

10

13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrocontroller Schnittstellen umfassen, die an die zu erwartenden Erfordernisse anpaßbar sind.

15

14. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie zur Ermittlung einer Pedalwertposition oder einer Drosselklappenposition oder einer Bremspedalposition oder eines Lenkwinkels bzw. Lenkradwinkels in einem Fahrzeug verwendet wird.

20

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

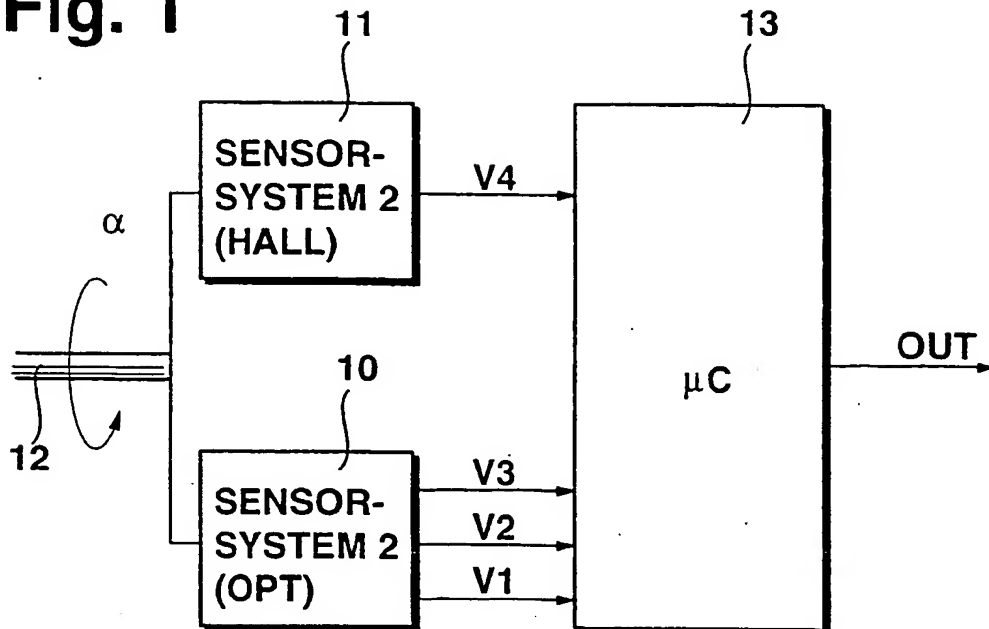
55

60

65

- Leerseite -

**Fig. 1**



**Fig. 2**

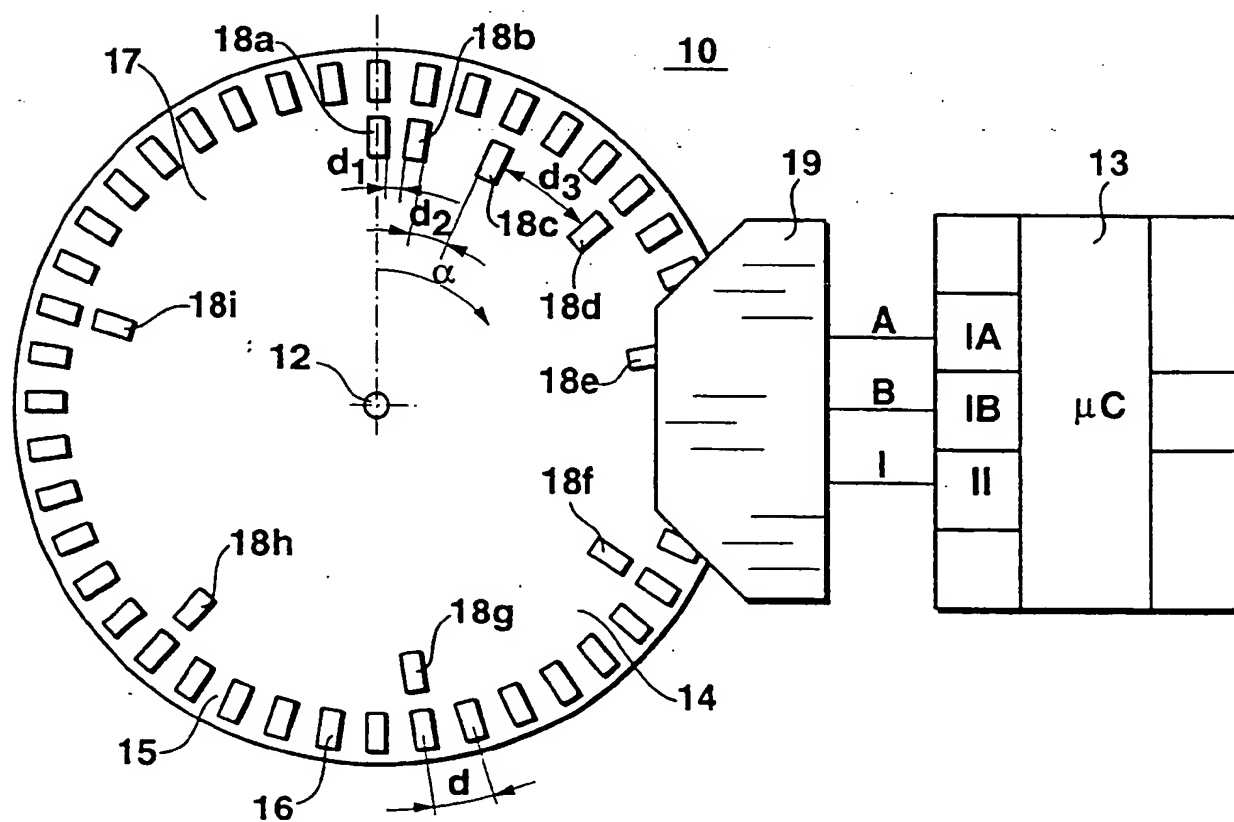




Fig. 3

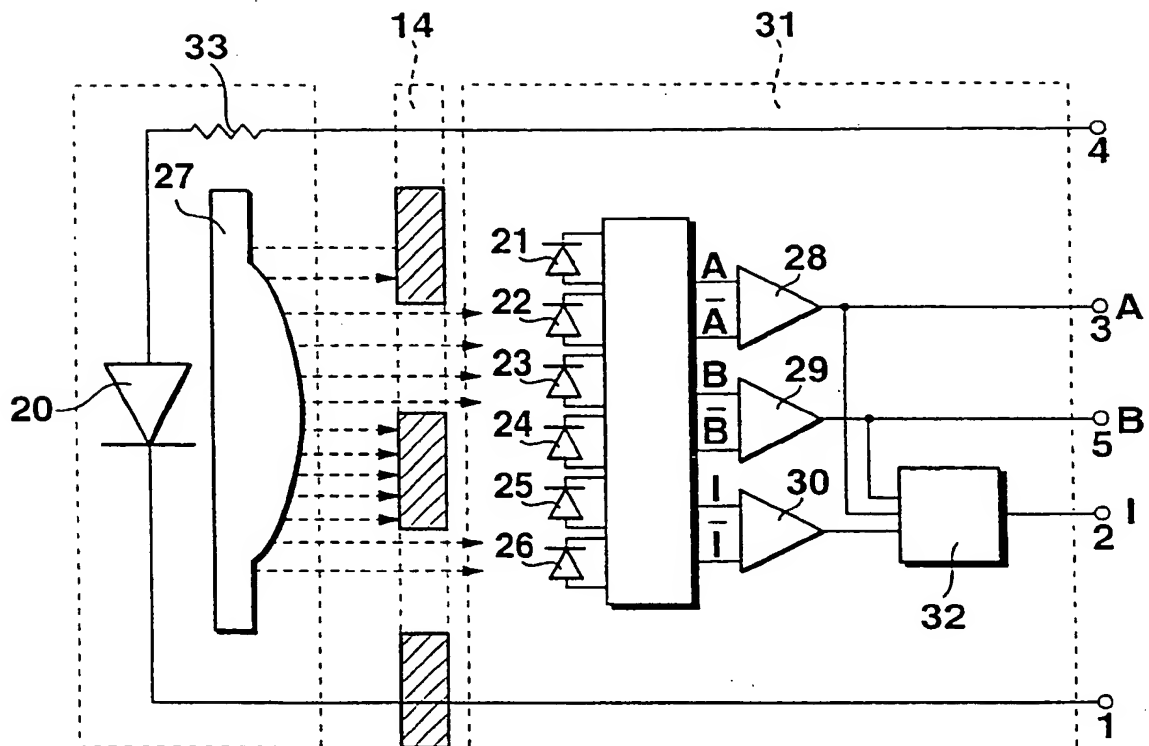
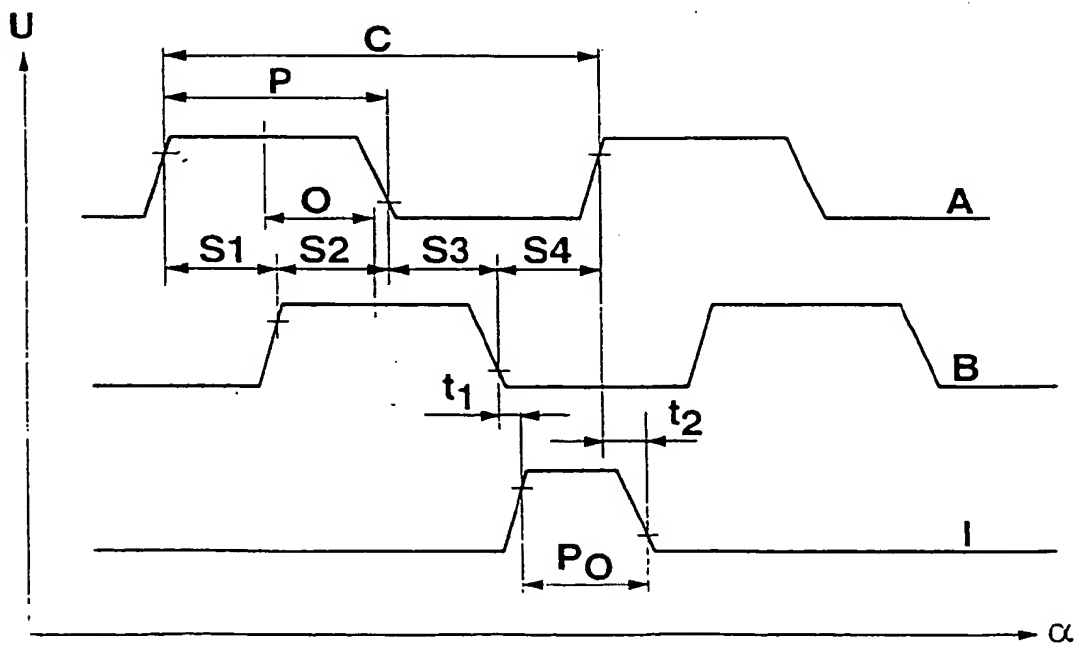
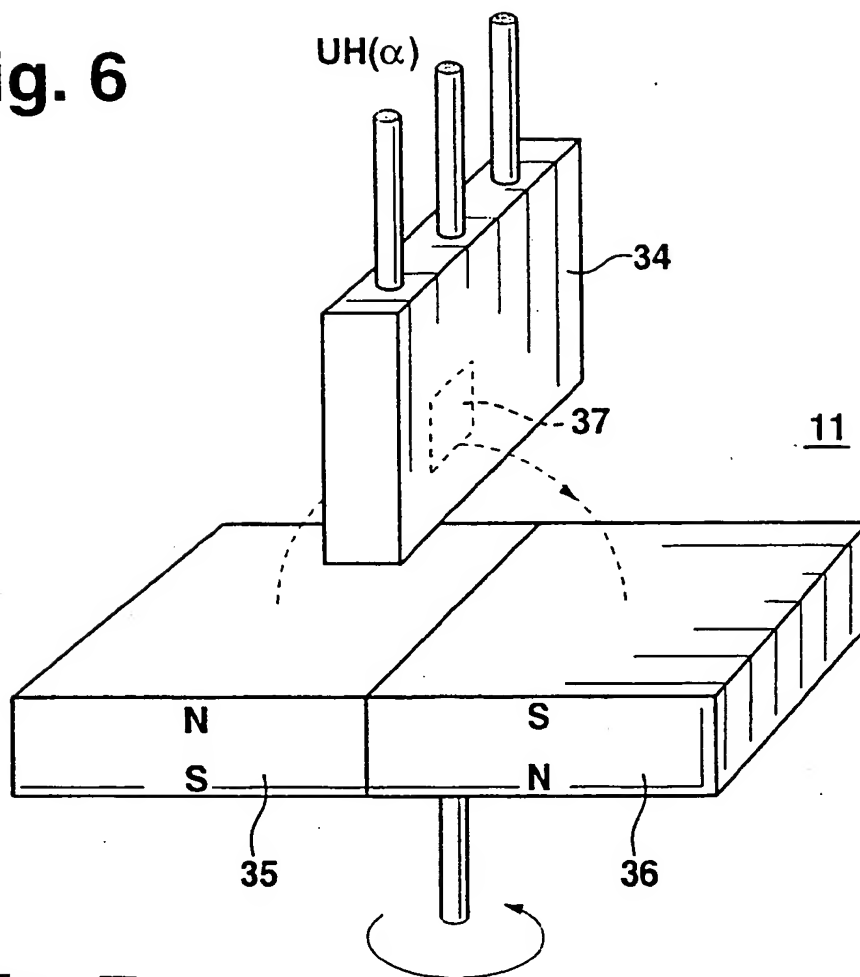


Fig. 4

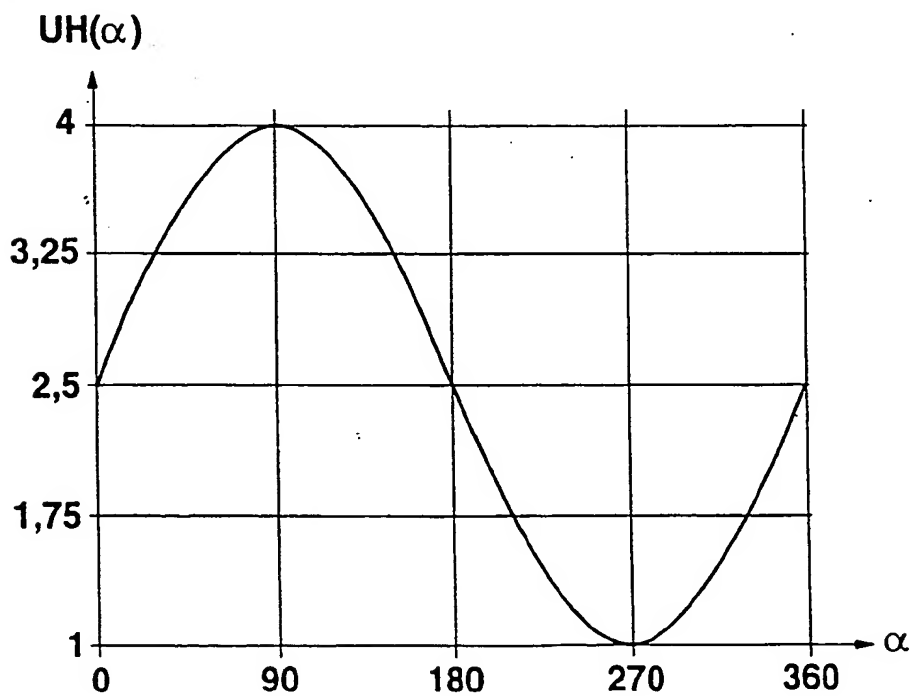




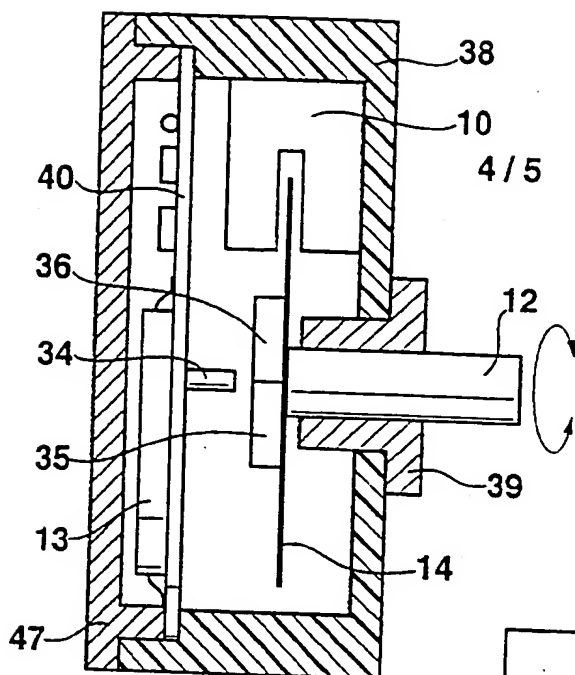
**Fig. 6**



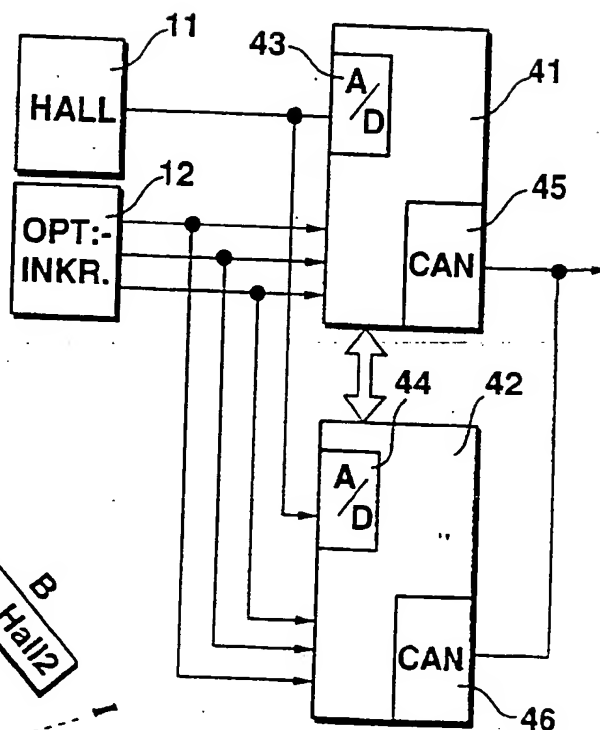
**Fig. 7**



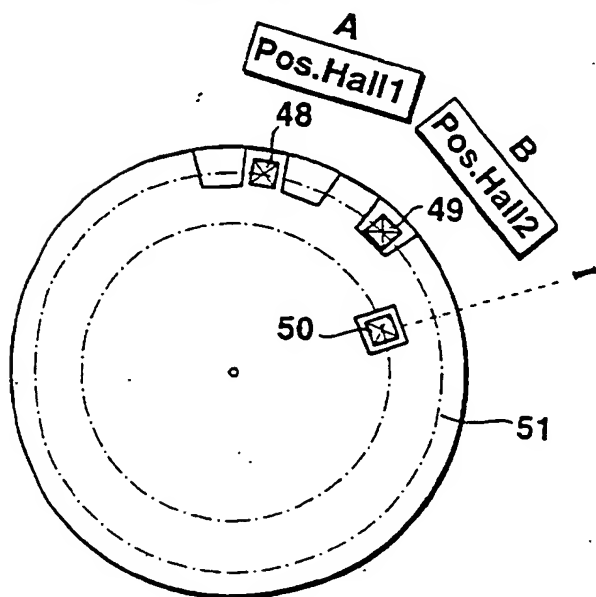
**Fig. 8**



**Fig. 9**



**Fig. 10**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**